

# СОВМЕЩЕНИЕ УСТРОЙСТВ СВЧ РАЗНОГО ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ В ЕДИНУЮ ШИРОКОПОЛОСНУЮ СОГЛАСУЮЩУЮ СТРУКТУРУ

И.А. Петров

## MICROWAVE DEVICES WITH DIFFERENT FUNCTIONALITY JOINING IN GENERAL BROADBAND MATCHING STRUCTURE

I.A. Petrov

Большинство разрабатываемых устройств СВЧ, объединяемые далее в высокочастотных трактах, имеют самостоятельные схемотехнические решения и методы проектирования. Такое объединение устройств, имеющих разное функциональное назначение, зачастую, не бывает оптимальным. Разные функциональные устройства имеют разные частотные свойства и их взаимное влияние может существенно ухудшать частотные характеристики результирующего тракта. Для примера, рассмотрим высокочастотный тракт, схема которого приведена на рис. 1.

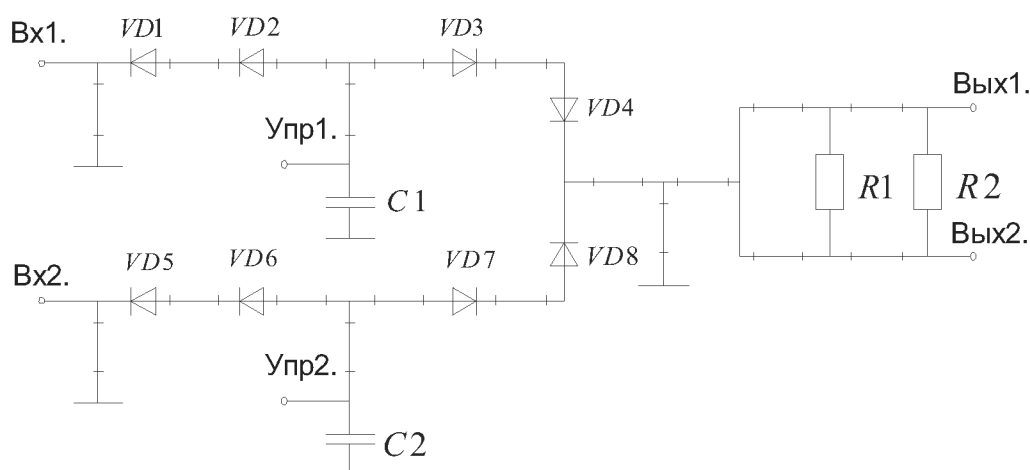


Рис. 1. Принципиальная схема высокочастотного тракта

Высокочастотный сигнал, поступающий на один из входов (Вх1 или Вх2) подключается р-и-п диодным переключателем к общей линии и, далее, через делитель мощности разветвляется на выходы (Вых1 и Вых2). Переключатель выполнен по схеме с последовательным включением диодов в 50-омную линию передачи [1, 2]. Открывание одного из каналов осуществляется подачей управляющего напряжения положительной полярности на низкочастотный вход того канала, который необходимо открыть (Упр1 или Упр2). Ток управления через четвертьволновые, короткозамкнутые по СВЧ сигналу конденсаторами  $C_1$  и  $C_2$  на корпус, открывает соответствующие диоды и замыкается крайними четвертьволновыми шлейфами. Делитель выполнен на основе двухступенчатого перехода [3], согласующего входную 50-омную линию с суммарным сопротивлением выходных линий, равным 25 Ом. Эквивалентная схема тракта при одном открытом канале, без учета емкостей  $C_i$  и сопротивлений  $r_+$  и  $r_-$  диодов, приведена на рис. 2а.

Волновое сопротивление отрезков линий передач  $W_1 - W_3$  равно 50 Ом и их длина может быть произвольной, а отрезки  $W_4$  и  $W_5$  образуют двухступенчатый переход, согласующий 50 Ом с суммарным сопротивлением выходных линий. На рис. 3 (кривая 1) приведена частотная характеристика КСВН такой структуры. Коэффициент перекрытия по диапазон частот, для КСВН не более 1,5, примерно равен 2. Частотный диапазон этой структуры ограничен, прежде всего, реактивностями короткозамкнутых шлейфов.

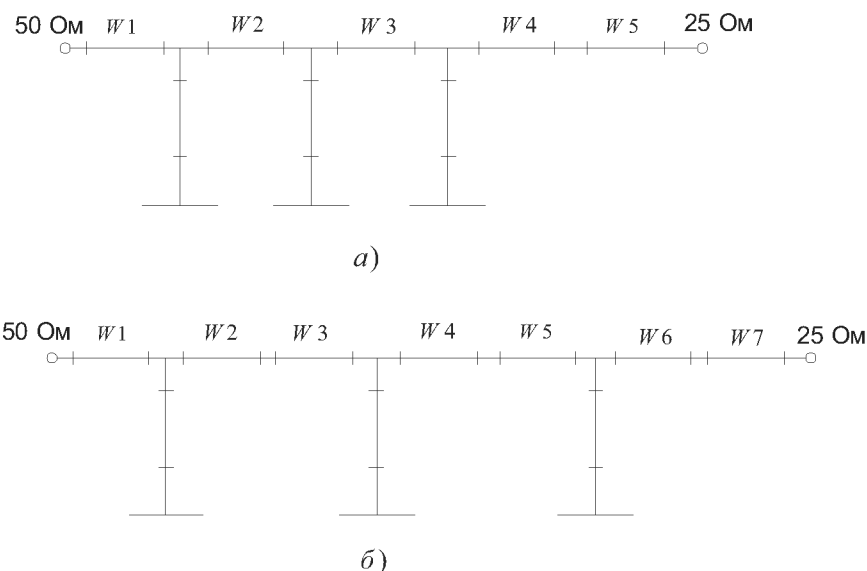


Рис. 2. Эквивалентные схемы тракта при одном открытом канале

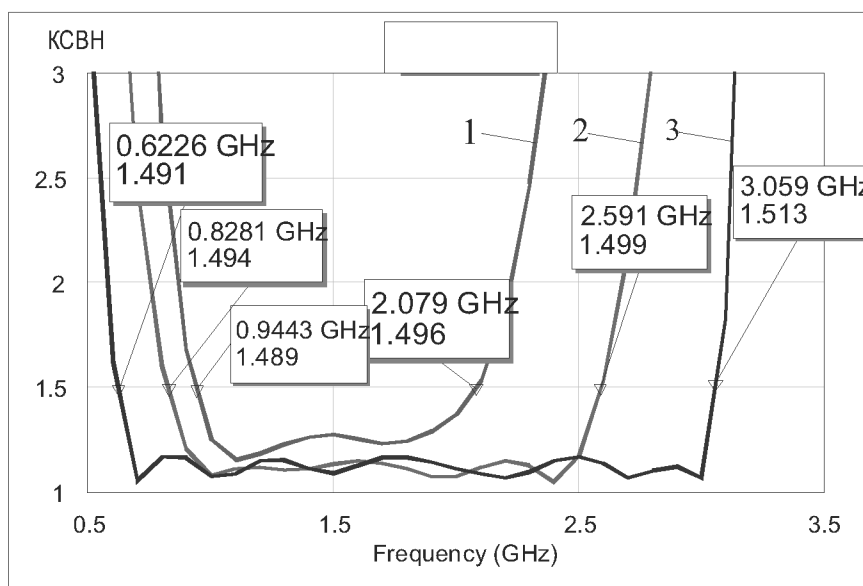


Рис. 3. Частотные характеристики КСВН тракта

Для расширения частотного диапазона все отрезки линий  $W1 - W5$  структуры, изображенной на рис. 2а, выполним длиной  $\lambda/4$ . В этом случае, отрезки  $W2$ ,  $W3$  и короткозамкнутые шлейфы образуют полосно-пропускающий фильтр (ППФ) с четвертьволновыми связями [4]. Проведем оптимизацию структуры, варьируя волновыми сопротивлениями отрезков  $W1 - W5$  так, чтобы эти отрезки выполняли роль 5-ступенчатого перехода, согласующего входное 50 и выходное 25-омные сопротивления, а частотная характеристика имела форму ППФ. После оптимизации волновые сопротивления отрезков линий  $W1 - W5$  стали равны 46,5, 35,8, 32, 30, 28 Ом, соответственно. Частотная характеристика КСВН данной структуры приведена на рис. 2 (кривая 2).

На рис. 2б приведена структура с широкополосными короткозамкнутыми шлейфами [5, 6], в которой между шлейфами включено по два четвертьволновых отрезка линий. Частотная характеристика КСВН этой структуры приведена на рис. 3 (кривая 3). Ее форма соответствует сверхширокополосному ППФ [7] с коэффициентом перекрытия по диапазону частот близким к 5. Волновые сопротивления отрезков линий  $W1 - W7$  равны 43,4, 36,6, 34, 31, 28,6, 27, 27 Ом, соответственно. Волновое сопротивление шлейфов, во всех трех рассмотренных вы-

ше случаях, не изменялось и равно 100 Ом. Последняя структура может быть модифицирована путем замены отрезков  $W1 - W7$  структурами из разомкнутых шлейфов [5]. Далее, модифицированная широкополосная непериодическая структура с короткозамкнутыми и разомкнутыми шлейфами, сочетающая в себе свойства сверхширокополосного ППФ и много ступенчатого перехода, совмещается с СВЧ устройствами различного функционального назначения, входящими в высокочастотный тракт, схема которого приведена на рис. 1.

В докладе приводятся топологии плат высокочастотного тракта, в котором р-і-п диодный переключатель и делитель мощности, с учетом особенностей их схемотехнического построения, объединены в единую широкополосную структуру. Приводятся электрические характеристики тракта с учетом потерь в линиях передачи, емкостей  $C_i$  и сопротивлений  $r_+$  и  $r_-$  диодов. Так, емкостная проводимость закрытого канала переключателя компенсируются путем разветвления каналов в точке подключения одного из разомкнутых шлейфов, который соответствующим образом укорачивается [8].

Таким образом, совмещение СВЧ устройств различного функционального назначения, с учетом особенностей их схемотехнического построения, в единую согласующую структуру позволяет улучшить электрические характеристики высокочастотных трактов, расширить рабочий диапазон частот, уменьшить габариты.

### Литература

1. СВЧ полупроводниковые приборы и их применение / Пер. с англ. под ред. Г.М. Уотсона. М.: Мир. 1972.
2. Неганов В.А., Яровой Г.П. Теория и применение устройств СВЧ. М.: Радио и связь, 2006. 719с.
3. Фельдштейн А.Л., Явич Л.Р. Синтез четырехполосников и восьмиполосников на СВЧ / М.: Связь, 1971. С. 360.
4. Матей Г.Л., Янг Л, Джонс М. Г. Фильтры СВЧ, согласующие цепи и цепи связи. Ч.2/ Пер. с англ. Под общей ред. Л.В. Алексеева и Ф.В. Кушнера -.М: Связь, 1971.
5. Петров И.А. Широкополосные согласующие структуры и их применение в устройствах СВЧ // Физика волновых процессов и радиотехнические системы. 2010. Т. 13. № 2. С. 52-57.
6. Петров И.А. Проектирование устройств СВЧ путем совмещения их с широкополосными согласующими структурами. Сборник научных трудов ЦНИРТИ им. академика А.И. Берга. Под редакцией Б.С. Лобанова. М: ООО НИЦ «Инженер». 2011. Т.5, ч.2. С. 34-61.
7. . Петров И.А. Фильтры СВЧ с использованием широкополосных согласующих структур. // Физика волновых процессов и радиотехнические системы. 2011. Т. 14 . № 1. С. 51-56.
8. Петров И.А. Многоканальные СВЧ переключатели с полупроводниковыми элементами на основе широкополосных согласующих структур. // Физика волновых процессов и радиотехнические системы. 2011. Т. 14 . № 4. С. 60-66.